

屋外広告・掲示の視聴率を自動調査する歩行動作撮影システム

市村哲 吉原美樹 謝乃聡
東京工科大学 コンピュータサイエンス学部

あらまし 屋外に設置した広告や掲示がどれだけのの人に見られたかを自動調査するシステム「YouSee-Cam」を提案する。屋外広告や屋外掲示の場合、周囲の人の陰になって見えなくなること防ぐために高い位置に設置されることが極めて多い。そこで、屋外掲示物近傍に設置したビデオカメラによって歩行者が掲示物を見上げる動作を検出するようにした。目領域の認識に加え、人が歩行しながら顔を上に向ける動作を画像解析によって認識することが特徴である。

A system that automatically surveys viewing rate of advertisement on the street based on video-analysis

Satoshi Ichimura Miki Yoshiwara Satoshi Sano
School of Computer Science, Tokyo University of Technology

Abstract

A system that automatically surveys viewing rate of advertisement on the street is proposed. Advertising panels or banner on the street are usually put in overhead location so that people can see them without begin obstructed by surrounding other people. In our system, video camera is set next to the advertising panels in overhead location, and records walkers from above. Our YouSee-Cam analyzes the recorded video and detects people who are gazing the advertising panels by detecting human's eyes and face-up motion.

1. はじめに

ビルに設置された大型ビジョンから流れる映像や、車体に色とりどりの広告をプリントしたバス、地下道に張り巡らされた大型ポスターなど、何気なく歩く街中には広告が溢れている。また、電車広告は、通勤・通学時における電車利用者への即効性の広告訴求効果が高く、新製品情報や、ニュース性の高い広告が掲示されることが多い[1]。広告は、一般的に人が多く集まる場所に貼られることが多い。これは、より多くの人に注目されることが広告として重要だからである。

著者らは過去において、人は自分が見られているかどうかを他の人の視線を感じて（目を見て）判別することができることに着目し、注視率測定の対象となる広告や掲示物の近傍にビデオカメラ設置し、そのビデオカメラが撮影した人の目の映像を解析する

ことによって見られているかどうかを自動測定するシステムの研究を行った[2]。具体的には、ビデオカメラが撮影した人の目の映像を解析し、目の白目領域の面積（白目と黒目の面積比等）および形状（円形度等）を分析して判別を行うようにした（図 1 参照）。実施したシステム評価実験では、カメラから 1m 離れた位置に被験者を立たせ、カメラレンズ正面と、カメラレンズから右/左/上/下方向に各 20cm 離れた箇所のマーカーとをランダムに注視させるようにした結果、平均 95.6%の確率でカメラレンズ正面を注視した場合とそれ以外の箇所を注視した場合とを正しく判別することができた。なお、白目領域の面積と形状を分析する著者らの提案方式は、視線の水平方向の判別には正確であるが、垂直方向には誤認識が多いという問題があった。前記した平均 95.6%の認識率についても、その内訳としては、水平方向の判別は全被験者でほぼ 100%判別可能であったが、垂直方向の場合は被験者毎に 50%, 88%,

90%等とばらつきがあった[2].

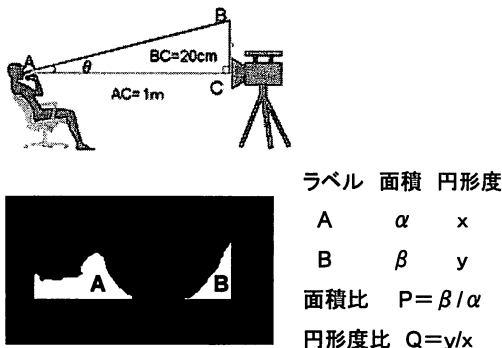


図 1 白目の面積と形状を分析する従来方法

今回、著者らは、屋外に設置された広告や掲示の注視率を測定するシステムについて研究を実施した。屋外広告や屋外掲示の場合、周囲の人の陰になって見えなくなることを防ぐために高い位置に設置されることが極めて多い。このようなものには、街中のネオンサイン、電光掲示板、横断幕が含まれるが、これらの掲示物を見る際、人は、歩行中に上方を見上げる動作を行うことが一般的である。これは、眼球だけでなく顔自体も上に向けないと見えない高位置に設置されていることが一般的であるためである。

本論文では、人が見上げる動作をビデオカメラによって検出し、それによって屋外掲示物の注視率を自動測定するシステム「YouSee-Cam」[3]を提案する。前述したとおり、過去に提案した注視率測定方法では垂直方向の認識率が悪いという問題があるため、今回これに変わる処理方式を開発した。新しい方式では、目領域の認識に加え、人が歩行しながら顔を上に向ける動作を画像解析によって認識するようになっている。垂直方向の視線方向と顔の向きは高い精度で一致することが報告されており[4]、見上げる動作を検出することによって視線方向を推定できる可能性は高いと考えられる。実施した評価実験の結果から、ビデオ映像から顔領域を認識できた際には100%の確率で見上げる動作を認識できた。

2. 背景

コンビニなどの売店では、商品が目立つように陳列を工夫することが極めて重要であり、POSを導入す

るなどして顧客行動を詳細に分析するための工夫を行っている[5]。企業にとって注目される広告を製作すること、または、注目される場所に掲示することは極めて重要な課題となっている。さらに、選挙演説などの際に自分が何人の人から見られているかを測定することについてのニーズもある。しかしながら、従来、実際にどれだけの人に注目されているかどうかは、後になってから人にインタビュー調査(面接調査、郵送調査、インターネット調査を含む)をするしか方法が無く、その時間や費用、回答者の負担が問題となっていた[2][5]。

人が見ているかどうかを自動判別する方法としては、人の視線を計測する方法がある。視線計測方法は、Nac社製EMR-8B(アイマークレコーダー)[6]等に代表されるような接触型と、ビデオカメラ等を使う非接触型[7][8]とに大きく分類されるが、今回の用途を踏まえた場合、顧客や歩行者に接触型装置を着用させることは現実的ではない。また、市販されているビデオカメラのみを用いて測定できるためコストを抑えられるという利点もある。これらの理由から著者らは非接触型のアプローチをとっている。近年では、防犯目的で公共施設や街頭に設置されるビデオカメラや、街の景観を撮影するWebカメラの数が急増しており、街角の人の視線を測定するためにビデオカメラを利用できる可能性が高まったとも言える。

今回、屋外に設置された広告や掲示の注視率を測定するシステムを構築することを目的として研究を実施した。ビデオカメラを用いて視線の動きを計測する従来技術の中には、黒目部分の動きを捉えるものや白目部分の動きを捉えるものが存在する[7][8]が、横方向の眼球の動きに比べて縦方向の動きは認識するのが難しいことがわかっており、水平方向に対して垂直方向の認識精度が低いと報告されている[2]。よって、高い位置に設置されることが多い屋外広告や屋外掲示が見られているかどうかを、眼球の垂直方向の動きを捉えるだけで正しく判定することは難しいと考えられる。さらに、屋外広告の多くは眼球だけでなく顔自体も上に向けないと見えない高位置に設置されており、その際には眼球の垂直方向の動きは極めて小さいものと推測される。このようなことから、従来技術に代わる注視率自動測定方法の考案が必要となっていた。

3. 予備実験

YouSee-Cam の使用環境としては、高い場所に設置された屋外広告や掲示の近傍にビデオカメラを設置することを想定している。この想定に基づき、高い場所から見下ろす角度で歩行者を撮影した場合に、撮影された動画像から、白目の形状の変化や顔の向きの変化は検出可能かを確認するための予備実験を行った。

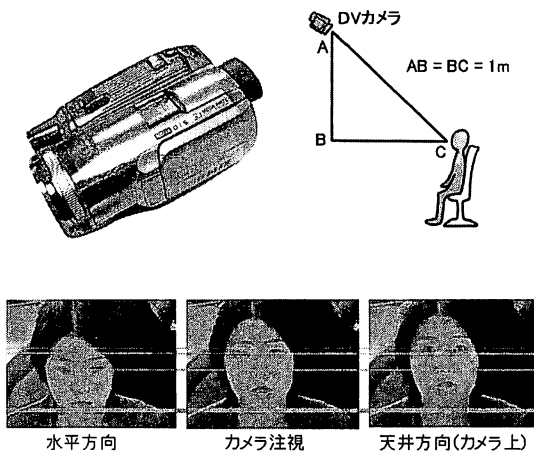


図 2 予備実験環境および撮像例

ビデオカメラとしては、市販の DV カメラ(画素数 720x480 ピクセル)を使用した。図 2 のように被験者を椅子に座らせその被験者から垂直および水平方向に 1m ずつ離れた位置にビデオカメラを取り付け(三脚に固定)、被験者を斜め上から見下ろすように角度を調整した。そして動画撮影時間は 1 分間とし、被験者に対し、はじめの 20 秒は水平方向、次の 20 秒はカメラ注視、次の 20 秒はカメラレンズより上の天井方向、を見るように指示した。そして、撮影した映像を PC に取り込み、目視によって分析しやすいように輝度による白黒 2 値化を行った。

この実験の結果、3 種類の視線方向の違いによって白目の形に顕著な変化は生じず、当初予想したとおり眼球の動きのみから視線方向を讀取ことは難しいことがわかった。一方、顔の向きに着目して映像を分析すると、3 種類の視線方向の違いによって、目の Y 座標は異なるが、肩の Y 座標は変化しないことがわかった。この結果から、人物の動いた部分(目の Y 座標)と動かなかった部分(肩の Y 座標)の差

からどの程度見上げているかを判断できると考え、この差の時間的変化を解析することにより目的が達成できるのではないかと予想した。

次に、実際に歩いている人を撮影した映像を分析する予備実験を行った。先ほどと同様に撮影した映像を PC に取り込み、目視によって分析しやすいように輝度による白黒 2 値化を行った。

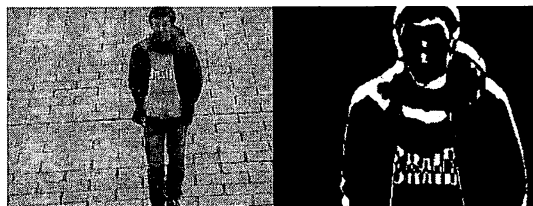


図 3 肩の位置の誤認識例

この結果、肩の位置を検出することが難しいケースが少なからず存在するという問題があることがわかった。図 3 のようにフード付きの服を着ている人や、長い髪の毛が肩にかかっている人の場合、肩のラインを検出することが困難であることがわかった。また、人が重なって撮影された場合に、手前の人の肩の色と、奥の人の服の色とが類似している際に、手前の人の肩のラインを誤検出してしまいう可能性が高いことが判明した。

以上のことから、肩の Y 座標に代わる部位を探したところ、首下部の Y 座標(首と衣服とが接するライン)であれば、顔の上下方向の変化に影響されず一定であり、かつ、人が重なって撮影されても周りの人の影響を受けにくいことがわかった。よって、目との距離を測る基準として肩の代わりに首下部を用いることとした(図 4 参照)。

4. 実装

予備実験の結果に基づき、顔の向きの変化によって目と首下部の Y 座標の差が変化することを利用して、見上げる動作の検出を行うシステムを構築することを目指した。

ただし、ビデオカメラに近づいてくる歩行者を撮影対象とした場合、単純に目と首下部の Y 座標の差を測定したとすると、人がカメラに近づくだけで(人

物像が大きくなるだけでその値は変化してしまう。そこで、実装に際しては、歩行者の位置や表示サイズに影響されない尺度である「見上げ度数」を定義して用いた。見上げ度数は、目と首下部の距離 (y) を顔の横幅 (x) 割った値 y/x である。YouSee-Cam は、顔の横幅(x)と目と首下部の距離 (y) とを映像から読取って見上げ度数を算出し、この値の時間的变化を捉えて人が見上げたかどうかを判別している。

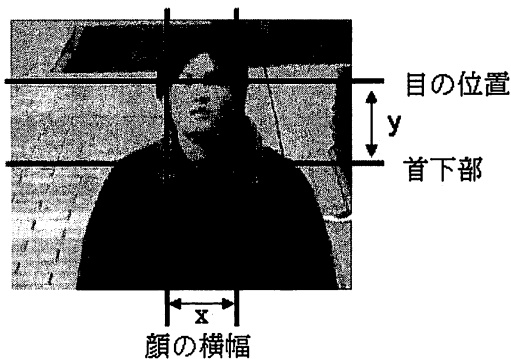


図 4 見上げ度数 (y/x)

以上に述べた見上げ度数を算出するためには、目・首下部の位置および顔の横幅を動画像から自動認識する必要がある。このために、撮影動画像から、顔領域の検出、首下部の抽出、目の検出を順に行っている。図 5 に、システムに入力される原画像およびシステムが自動生成した結果画像を示す。

以下、各処理について詳細を記す。

4.1. 顔領域の検出と首下部の検出

顔領域は、肌色を認識することを基本として実装している。HSV 表色系の H (色相) によって肌色を識別することで、明るさの違いによる色変化の影響を極力取り除いている。また、この検出処理によって顔の横幅、および、首下部の Y 座標を同時に求めている。以下に処理手順を述べる。

1. HSV 変換：動画から切り出された画像の RGB 値から HSV 値を算出
2. 肌色 2 値画像作成：H (色相) が 0~35 の範囲を肌色と認識し、肌色部分とそれ以外で分けた 2 値画像を作成
3. ラベリング処理：2 値画像において、画素が連

結している部分を図形 (連結画像) として抽出

4. 顔領域の特定：連結画像の重心位置と面積を算出し、有効なものを顔領域と特定
5. 顔の横幅算出：顔領域の中で、上下方向の中心に近く最も横に広い部分の横幅を、顔の横幅として特定
6. 首下部の位置算出：顔領域の中で、最も下の位置を首下部のラインとして特定

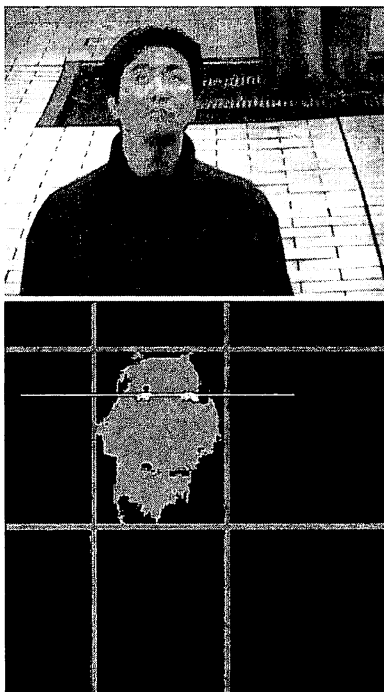


図 5 顔領域と目の検出 (上) 原画像 (下) 結果画像

なお、路上や街角には、顔以外の肌色物体が存在する可能性があるが、フレーム間差分法を利用し、静止している肌色物体については顔領域の候補から除去している。また、下を向いた場合については、顔の肌色が撮影されない状態であることから除外可能である。

4.2. 目の検出

次に、顔領域検出の結果得られた顔領域に対し、目の検出を実行する。以下に手順を示す。

1. 輝度 2 値画像作成：顔領域内の RGB 値から輝度の中間値を求め、これを閾値とした 2 値画像

を作成

- ラベリング処理：2 値画像において、画素が連結している部分を図形（連結画像）として抽出
- 目の位置の特定：連結画像のうち、顔の最も横に広い部分より上にあり、面積が同等でかつ横に並んだ連結画像を両目として特定

顔領域の中に、両目と特定できる連結画像が見つからなかった場合は、顔ではない可能性が高いとして除去している。なお、メガネやサングラスをかけている場合にも、同一のアルゴリズムで検出することとした。

システムは Visual C++によって実装されており、Windows の DirectShow の仕組みを用いて動画像から画像フレームを抽出するようになっている。

5. 評価

道の上の高い場所に屋外掲示とビデオカメラを設置して、それを見上げる歩行者を自動認識するシステム評価実験を行った。本実験においては、図 6 で示されるようにビデオカメラを 472cm の高さに取り付けた。屋外掲示に向かって歩いてくる歩行者を撮影するように、ビデオカメラを斜め下方向に向かって固定した。この際、ビデオカメラ直下から水平方向に 1452cm 離れた地点から 966cm 離れた地点がビデオ映像に収まるように固定した。

大学生被験者 5 名を歩行者と見立て、掲示を短時間見上げて通過したり(4 回行うように指示)、掲示を見ずにまっすぐ前を向いて通過したり(4 回行うように指示)するように指示した。なお、システムが、顔領域や目の位置の検出に失敗した際には、その被験者にもう一度歩行するように指示を行った。このようにして撮影した動画クリップの数は合計 40 本である。1 つの動画クリップ中には、平均 6 秒間の被験者歩行映像が録画された。そして、ビデオ撮影した動画クリップを PC にキャプチャし、これを YouSee-Cam に入力して見上げ度数(目と首下部の差を、顔の横幅で割った値)を自動算出した。

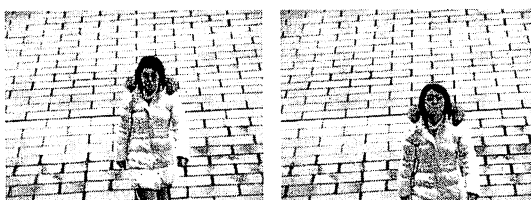
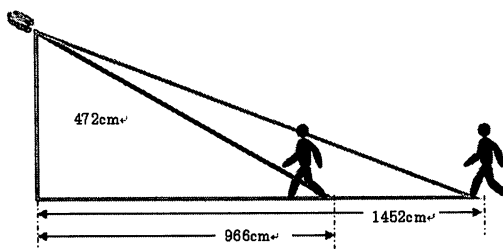


図 6 評価実験環境および撮像例

実験の結果を図 7 に示す。

図示されるように、被験者ごとに見上げ度数は異なる結果となった。見上げ度数自体は、着ている服または髪型に影響を受けるためと考えられる。ただし、見上げなかった時と見上げた時との差で考えると、全ての被験者の例で、見上げなかった場合と見上げた場合との間には、0.1~0.24 の見上げ度数の差が見受けられた。

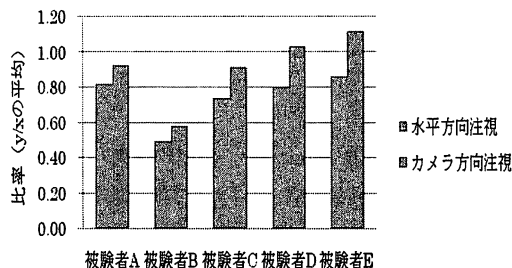


図 7 評価実験結果

以上の結果に基づけば、同一人物の水平方向を見ている姿と掲示物を見上げている姿の両方が撮影映像に映っていれば、見上げ動作を検出できる可能性が高いと考えられる。今回の実験では、動画クリップには歩行映像が平均 6 秒間録画されており、6 秒連続して上を向いて歩行する人はまず存在しないと考えられることから、「6 秒間見上げ度数があまり変化しなかった人は見上げなかった人」、「6 秒間の間に

見上げ度数が大きく変動した人は上を見上げた人」と判別可能である。結果的に、動画クリップ 40 本の中の、すべての見上げ動作の有無を正しく判定することができた。

ただし、本実験では、システムが顔領域や目の位置の検出に失敗した際には被験者に再度歩行するように指示を行っている。5 名の被験者のうち、1 名の前髪が比較的長く、前髪が目にかかった際に目の位置を検出できないことが数回発生した。この問題の解消が、今後の課題となっている。

6. おわりに

本論文では、屋外に設置された広告や掲示の注視率を自動測定する YouSee-Cam について提案した。過去に提案した注視率自動測定方法では垂直方向の認識率が悪いという問題があるため、今回これに変わる処理方式を開発した。新しい方式では、目領域の認識に加え、人が歩行しながら顔を上に向ける動作を画像解析によって認識している。

垂直方向の視線方向と顔の向きは高い精度で一致することを利用し、見上げる動作を検出することによって視線方向を推定するようにシステムを構成した。予備実験を行い、顔の向きが変わることで、目の位置が変化するのに対し、肩や首下部などの動かない部分があることを見出し、見上げ度数を定義して見上げる動作の判別指標とした。

評価実験の結果から、ビデオ映像から目の位置を認識できた際には 100%の確率で見上げる動作を認識できることが分かった。過去に開発した水平方向の注視率測定技術と併せて用いることで、より正確な掲示物注視率測定ができると考えられる。

参考文献

1. 交通広告：ニューアド社，
<http://www.new-ad.net/transitmedia/index.html> 三宅，春田，堀畑：顔の向きに依存しない特徴量を用いた注視判定法，電子情報通信学会 Vol.J86-D-II, No.12, pp. 1737-1744 (2003)
2. 謝乃，中村，井上，市村，松下：視線により人の

注目度を自動判別するシステムの研究，情報処理学会 DICOMO 2006 論文集 (2006).

3. 吉原，謝乃，市村：屋外広告の視聴率を測定する方法，第 70 回情報処理学会全国大会，5ZL-7 (2008).
4. Stiefelhagen, R., Zhu, J.: Head Orientation and Gaze Direction in Meetings, Proc. ACM CHI'02, (2002)
5. 売り上げを伸ばす商品陳列のコツ：
http://j-net21.smrj.go.jp/establish/startup/jire_i_06052.html
6. アイマークレコーダー：
<http://www.eyemark.jp/>
7. 阿部，大山，大井：自然光下における画像解析を用いた視線人カシステム，電子情報通信学会 Vol.103, No.455, pp. 43-48 (2003)
8. 福田：感覚の生理と心理 まなざしの心理学：
http://gc.sfc.keio.ac.jp/class/2006_14454/slides/03/